

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. Oktober 2001 (11.10.2001)

PCT

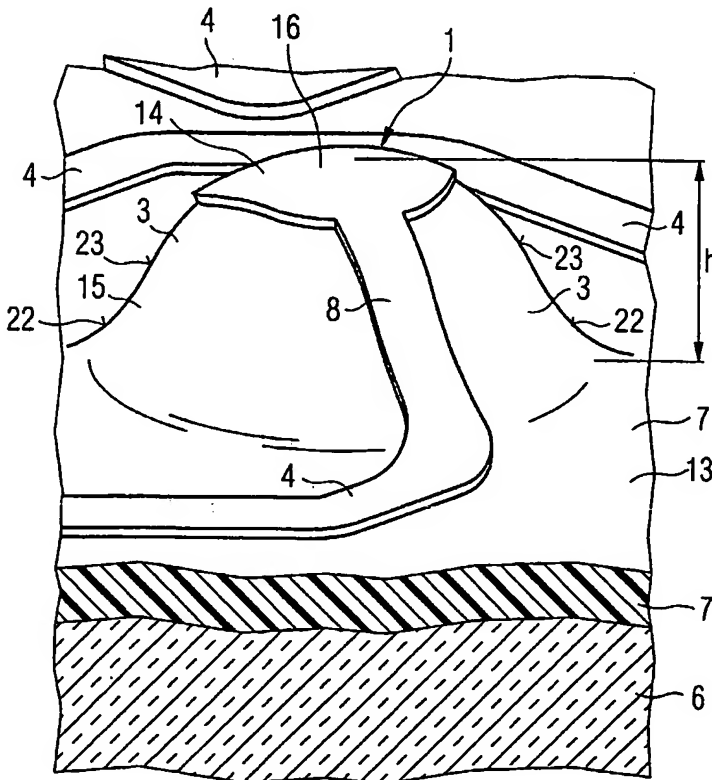
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/75969 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01L 23/485** (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **INFINEON TECHNOLOGIES AG** [DE/DE]; St.-
Martin-Str. 53, 81669 München (DE). **HAIMERL, Al-**
fred [DE/DE]; Eifelstr. 3, 93161 Sinzing (DE). **HEDLER,**
Harry [DE/DE]; Jahnstr. 8, 82110 Germering (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/DE01/01194**
- (22) Internationales Anmeldedatum:
29. März 2001 (29.03.2001)
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch** (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **POHL, Jens** [DE/DE];
Sudetenstr. 3a, 93170 Bernhardswald (DE).
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch** (74) Anwalt: **SCHWEIGER, Martin**; Leopoldstrasse 77,
80802 München (DE).
- (30) Angaben zur Priorität:
100 16 132.4 31. März 2000 (31.03.2000) **DE** (81) Bestimmungsstaaten (national): **JP, KR, US.**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **ELECTRONIC COMPONENT WITH FLEXIBLE CONTACT POINTS AND METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF**

(54) Bezeichnung: **ELEKTRONISCHES BAUELEMENT MIT FLEXIBLEN KONTAKTIERUNGSSTELLEN UND VERFAHREN ZU DESSEN HERSTELLUNG**



(57) Abstract: The invention relates to an electronic component (2) and a method for the production thereof. The electronic component (2) comprises an electric circuit and a rubber elastic elevation (3). The rubber elastic elevation (3) is made from an insulating rubber elastic material and is arranged on the surface (13) of the electric component (2), having an electric bonding pad (16) on the tip (14) thereof. The rubber elastic elevation (3) also comprises a line path (8) disposed on the sloping side or in the volume thereof between the bonding pad (16) and the electric circuit.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein elektronisches Bauelement (2) und ein Verfahren zu dessen Herstellung. Das elektronische Bauelement (2) weist eine elektronische Schaltung sowie eine gummielastische Erhebung (3) auf. Diese gummielastische Erhebung (3) ist aus einem isolierenden gummielastischen Material auf einer Oberfläche (13) des elektronischen Bauelements (2) angeordnet und weist einen elektrischen Kontaktfleck (16) auf ihrer

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/75969 A1



(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Beschreibung

Elektronisches Bauelement mit flexiblen Kontaktierungsstellen und Verfahren zu dessen Herstellung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektronisches Bauelement mit einer elektronischen Schaltung gemäß der Gattung der unabhängigen Ansprüche. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen elektronischen Bauelements.

10

Ein gattungsgemäßes Bauelement wird in JP 5-251455 unter der Anmeldenummer JP 4-47154 offenbart. Problematisch bei der aus der Druckschrift bekannten Lösung ist die relative Steifigkeit einer aus einem Polyimidfilm auf fotolithographische Weise geformten kantigen, aus der Oberfläche des Bauelements herausragenden mit einer Metallschicht eingehüllten Erhebung. Diese Erhebung ist aufgrund des Polyimidfilms sowie aufgrund der vollständigen Umhüllung mit einer relativ starren Metallbeschichtung nicht geeignet zum Ausgleich zwischen den Kontakten des Bauelements und den Anschlüssen eines Bauelementträgers, mit dem das Bauelement elektrisch über die Außenkontakte zu verbinden ist. Ein Bauelement mit einer derartigen Außenkontaktstruktur weist beim Aufbringen auf eine Schaltungsplatine häufig Beschädigungen oder Zerstörung der Lötverbindungen zwischen dem Bauelement und dem Träger auf. Ferner ist aus der US 5,685,885 bekannt, elektrische Kontakte auf einer gummielastischen Schicht anzuordnen. Die Herstellung von Bauelementen mit der dort offenbarten Schicht ist aufwendig.

20
25
30

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein elektronisches Bauelement bereitzustellen, das dauerhafte Lötverbin-

dungen aufweist und einen Höhenausgleich bei Unebenheiten zwischen elektronischen Bauelement und einem Träger wie einer Schaltungsplatine bereitstellt.

- 5 Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß das elektronische Bauelement eine elektronische Schaltung und Leiterbahnen auf einer Oberfläche zum elektrischen Verbinden der elektronischen Schaltung mit metallbeschichteten Erhebungen aus isolierendem Material aufweist, wobei die Erhebungen ein gummielastisches
- 10 Material aufweisen und jeweils auf ihrer Kuppe einen metallischen Kontaktfleck und auf ihrer Hangseite oder in ihrem Volumen einen Leitungspfad aufweisen, der zwischen dem Kontaktfleck und einer der Leiterbahnen auf der Oberfläche des elektronischen Bauelements angeordnet ist.

15

- Unter Leitungspfad wird in diesem Zusammenhang jeder elektrisch leitende Weg auf der Hangseite der gummielastischen Erhebung und/oder innerhalb des Volumens der gummielastischen Erhebung verstanden, während Leiterbahnen elektrisch leitende
- 20 Wege auf der Oberfläche des elektronischen Bauelements oder auf einem Halbleiterchip des elektronischen Bauelements darstellen.

- Ein der Erfindung zugrunde liegender Gedanke besteht darin,
- 25 daß mechanische Spannungen beispielsweise bei thermische Beanspruchung des Bauelementes vermindert werden und zwar insbesondere an den Lötverbindungen. Dies kann dadurch erfolgen, daß unterschiedliche Ausdehnungen und Unebenheiten ausgeglichen werden.

30

Eine besondere Bedeutung hat diese erfindungsgemäß Anordnung bei elektronischen Bauelementen, deren Größe weitgehend der Größe der elektronischen Schaltung bzw. des Schaltungschips

des Bauelementes entspricht, nämlich bei sogenannten Chip-Size Bauelementen. Da hier außer der elektronischen Schaltung auf einem Schaltungschip praktisch keine weiteren Gehäuseelemente vorgesehen sind, die Spannungen am elektronischen Bauelement abfangen können. Somit besteht bei solchen Bauelementen die Gefahr der Beschädigung oder Zerstörung der elektrischen Kontakte. Gerade in solch einem Fall kann durch eine gummielastische Erhebung, wie sie erfindungsgemäß vorgeschlagen wird, das Auftreten zu hoher mechanischer Spannungen vermieden werden und somit die Betriebssicherheit des Bauelements garantiert werden. Gleichzeitig gleicht die gummielastische Erhebung Unebenheiten zwischen den zu kontaktierenden Komponenten in vorteilhafter Weise aus.

Die elektrischen Kontaktflecken des elektronischen Bauelements sind auf einer gummielastischen Erhebung angeordnet, welche die auftretenden mechanischen Spannungen ausgleicht. Um eine leitende Verbindung zu einem elektrischen Kontaktfleck auf der Kuppe einer Erhebung herzustellen, kann ein Leitungspfad auf der Hangseite oder im Volumen der gummielastischen Erhebung zwischen dem elektrischen Kontaktfleck und der elektronischen Schaltung bzw. den Leiterbahnen vorgesehen sein. Die elektronische Schaltung kann mit ihren Leiterbahnen direkt an die gummielastische Erhebung angrenzen und ist mit den Leitungspfaden der Erhebung elektrisch verbunden.

In einer Ausführungsform der Erfindung weist die Erhebung eine domartige Kontur mit weichem schwachgekrümmten Übergang zu der Oberfläche des elektronischen Bauelements auf. Diese Kontur hat den Vorteil, daß sowohl die Kuppe, auf welcher der Kontaktfleck ruht, als auch die Ableitung von der Kuppe über den Leitungspfad zu der Oberfläche ohne rissanfällige scharfe Übergänge erfolgt, so daß ein allmählicher Anstieg von der

Oberfläche des elektronischen Bauelements zu der Kuppe der gummielastischen Erhebung für das Metall möglich wird und somit ein gummielastisch gestützter Kontaktfleck mit sicherem Leitungspfad zu der elektronischen Schaltung geschaffen wird.

5

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, diese gummielastische Eigenschaft der Erhebungen weiter zu vergrößern, indem zunächst eine flache Sockelfläche aus gummielastischem Material auf der Oberfläche des elektronischen Bauelements angeordnet wird und dann auf dieser gummielastischen flachen Sockelfläche die gummielastischen Erhebungen ausgebildet werden. Von den jeweiligen Kuppen der gummielastischen Erhebungen, die mit Kontaktflecken bestückt sind, können Leitungspfade zunächst auf den Hangseiten der jeweiligen gummielastischen Erhebung und dann über den gummielastischen flachen Sockel zu den Leiterbahnen auf der Oberfläche geführt werden. Somit wird mit dieser Ausführungsform der Erfindung eine hohe Nachgiebigkeit der Kontaktflecken auf der Kuppe der Erhebungen erreicht, weil sich die Nachgiebigkeiten von Erhebungen und gummielastischem Sockel ergänzen.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß die gummielastische Erhebung eine Grundfläche mit einem Durchmesser zwischen 100 μm und 250 μm aufweist. Mit dieser minimalen Grundfläche lassen sich Erhebungen in einer Höhe von 50 μm bis 80 μm darstellen, die sich dann domartig über die Grundfläche mit gleichzeitig weichem Übergang zur Oberfläche des elektronischen Bauelements wölben.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung können zwischen der gummielastischen Erhebung und der elektronischen Schaltung noch zusätzliche Leiterbahnen vorgesehen sein, so daß die gummielastische Erhebung von der elektronischen

Schaltung durch eine Umverdrahtungsfolie beabstandet angeordnet werden kann.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß das
5 gummielastische Material der Erhebungen mehr als 50 % elastische Dehnbarkeit aufweist. Ein derartiges Material hat den Vorteil, daß es sich auf über die Hälfte seiner Höhe zusammendrücken läßt oder sich in gleicher Weise seitlich verschieben läßt, so daß der Kontaktfleck auf der Kuppe gegenüber dem Mittelpunkt der Grundfläche ebenfalls verschiebbar
10 wird.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht deshalb vor, daß das gummielastische Material der Erhebung ein Elastomer
15 aufweist. Derartige Elastomere wirken wie natürliche Gummis und lassen sich entsprechend mit geringem Kraftaufwand sowohl parallel zur Oberfläche des elektronischen Bauelements also auch senkrecht dazu verschieben.

20 Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß das gummielastische Material ein Elastomer auf Siliconbasis aufweist. Derartige Silicongummis sind weitverbreitet und in unterschiedlicher Konsistenz verarbeitbar, so daß eine Staffelung von unterschiedlich viskosen und unterschiedlich konsistenten Materialien auf Siliconbasis übereinander gestapelt
25 werden können, um eine optimale domartige Kontur mit weichem Übergang zur Oberfläche zu realisieren.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß die
30 Erhebung aus gummielastischen Material um mehrere 10 µm gummielastisch verformbar ist. Diese gummielastische Verformbarkeit um mehrere 10 µm ist besonders gefragt, wenn elektronische Bauelemente auf Kontaktanschlüssen von Leiterplatten

oder Schaltungsplatinen im Waferlevel zu Testzwecken aufzubringen sind. Aufgrund der thermischen Belastung kommt es durchaus dazu, daß sich das Halbleiterbauelement geringfügiger ausdehnt als die Kontaktanschlussflächen auf der Schaltungsplatine, so daß Verschiebungen im Bereich von 50 µm bis 150 µm bei einem Durchmesser von 300 mm der zu testenden Halbleiterscheibe möglich sind. Die erfindungsgemäßen gummielastischen Erhebungen können in vorteilhafter Weise diese hohen Auslenkungen überbrücken bzw. ausgleichen.

10

In vertikaler Richtung sind die Erhebungen zur Oberfläche in einer weiteren Ausführungsform der Erfindung mindestens um 30 µm auslenkbar, was den Vorteil hat, daß Toleranzen durch Verwölbungen einer Halbleiterscheibe bzw. der Verwölbung einer Schaltungsplatine von bis zu 150 µm ausgeglichen werden können.

Dazu weist in einer Ausführungsform der Erfindung die gummielastische Erhebung eine Höhe h von 60 bis 300 µm auf, so daß vorteilhaft bei einer gummielastischen Komprimierung bis zu 50 % die Erhebungen auf 30 bis 150 µm vertikal zum elektrischen Bauelement zusammengedrückt werden können.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß die Breite b eines Leitungspfades aus Metall bei der Herstellung der Erhebung kleiner gleich 150 µm ist. Damit soll gleichzeitig sichergestellt werden, daß der metallische Pfad, der praktisch wie eine durch ein Elastomer gestützte metallische Feder wirkt und mit dem Kontaktfleck auf der Kuppe der Erhebung zusammenarbeitet, nicht zu breit wird und dadurch nicht die Flexibilität bzw. die gummielastischen Eigenschaften vermindert.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist das elektronische Bauelement ein Halbleiterbauelement auf, auf dessen aktiver Oberseite eine Isolierschicht aufgebracht ist, und diese Isolierschicht lediglich Bondkanäle freiläßt, über die Kontaktflächen auf dem Halbleiterchip mit den Leiterbahnen auf der Isolierschicht verbunden werden können, wobei wiederum die Leiterbahnen auf der Isolierschicht über die Leitungspfade auf der Hangseite der gummielastischen Erhebung mit dem Kontaktfleck auf der Kuppe der Erhebung verbunden sind.

Anstelle eines Halbleiterbauelementes kann das elektronische Bauelement auch ein Polymerbauelement aufweisen, wie eine elektronische Schaltung auf einer Leiterplatte, und die gummielastischen Erhebungen sind dann unmittelbar auf der Leiterplatte angeordnet.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung sieht vor, daß die Kontaktflecken auf eine Schaltungsplatine auflötbar sind. Dazu können die Kontaktflecken mit einer dünnen lötbaren Schicht beschichtet sein und/oder auch die Kontaktanschlussflächen auf der Schaltungsplatine können eine derartige lötbare Schicht aufweisen, so daß beim Aufbringen des elektronischen Bauelements auf die Leitungsplatine eine intensive Verbindung durch Weichlot realisierbar ist. Eine weitere Verbindung zwischen den Kontaktflecken auf der Kuppe der gummielastischen Erhebungen und Kontaktanschlussflächen auf einer Schaltungsplatine können mittels eines Leitklebers erreicht werden, der beispielsweise auf die Kontaktflecken der Kuppe der Erhebung aufgetragen ist.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß die Erhebung mit dem Kontaktfleck und dem Leitungspfad vollständig in einen Leitleber eingebettet ist. Diese vollständige Einbettung in einen Leitleber kann beim Anbringen des elektronischen Bauelements auf einer Leiterplatte oder einer Schaltungsplatine oder einem Keramikträger erfolgen, indem auf die Kontaktanschlussflächen des jeweiligen Trägermaterials ein entsprechender Leitleber aufgebracht wird, der sich anschließend über die Kontur der gummielastischen Erhebung ausbreitet.

Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß das elektronische Bauelement auf einer Schaltungsplatine angeordnet ist, mittels beim Aushärten schrumpfenden Klebstoffhöckern auf der Schaltungsplatine gebondet ist und über den mindest einen elektrischen Kontakt eine gummielastischen Erhebung mit mindestens einer Kontaktanschlussfläche auf der Schaltungsplatine einen Druckkontakt bildet. Bei dieser Ausführungsform der Erfindung kommt kein Lotmaterial zum Einsatz, auch wird kein Leitleber erforderlich sein, sondern der Kontakt zu den Kontaktanschlussflächen auf einer Schaltungsplatine wird lediglich durch Andruck bewirkt, der seinerseits wiederum durch ein Schrumpfen von Löthöckern aus einem schrumpfenden Klebstoff erfolgt. Diese Ausführungsform der Erfindung hat den Vorteil, daß auf preiswerte Weise eine Massenfertigung durchgeführt werden kann, bei der es darauf ankommt, möglichst schnell und kostengünstig elektronische Bauelemente auf Schaltungsplatten anzuordnen, mechanisch zu befestigen, beispielsweise über die schrumpfenden Klebstoffhöcker, und elektrisch zu verbinden, was automatisch beim Aushärten der schrumpfenden Klebstoffhöcker vollzogen wird.

- Als Alternativen zu einem Leitungspfad auf der Hangseite der gummielastischen Erhebung kann auch ein Leitungspfad im Inneren der gummielastischen Erhebung zwischen dem elektrischen Kontaktfleck und der elektronischen Schaltung angeordnet
- 5 sein. Die leitende Verbindung wird somit ausgehend von dem elektrischen Kontaktfleck auf der Kuppe der gummielastischen Erhebung durch die gummielastische Erhebung hindurch und zu der elektronischen Schaltung hin geführt.
- 10 Grundsätzlich kann auch die gesamte gummielastische oder flexible Erhebung aus einem flexiblen oder gummielastischen und elektrisch leitenden Material hergestellt sein, so daß die leitende Verbindung nicht durch einen separaten Leitungspfad aus einem anderen Material, sondern durch das gummielastische
- 15 Material selbst hergestellt wird. Hierzu sind sehr spezifische Materialien nötig, die sowohl in der Auswahl als auch in der Zusammensetzung hohe Anforderungen an die gummielastischen Materialien stellen. Solche Materialien sind in der Regel hochohmiger als ein reines Leitungsmaterial, welches ei-
- 20 nen Leitungspfad bildet. Somit ist bei der erfindungsgemäßen Lösung eine einzelne Optimierung des jeweiligen flexiblen oder gummielastischen Verhaltens und des jeweiligen Leitungsverhaltens der entsprechenden Erhebung möglich. Zusätzlich kann auf der Kappe der gummielastischen Erhebung ein als Me-
- 25 tallbereich ausgebildeter Kontaktfleck vorgesehen sein, wobei von der Unterseite der gummielastischen Erhebung eine Leiterbahn wegführt.
- 30 Sofern weiter Leiterbahnen zwischen der elektronischen Schaltung und der gummielastischen Erhebung vorgesehen sind, können diese auf einer isolierenden Schicht, die zumindest teilweise die erste Oberfläche des elektronischen Bauelementes bedeckt, angeordnet sein, wobei die isolierende Schicht an

die gummielastische Erhebung angrenzt. Dies hat den Vorteil, daß eine Strukturierung der Leiterbahnen durch eine indirekte Strukturierung, nämlich durch eine Strukturierung der isolierenden Schicht, erfolgen kann.

5

Das elektronische Bauelement kann grundsätzlich in jeder geeigneten verwendbaren Form ausgebildet sein. So kann das Bauelement ein Halbleiterbauelement oder ein Polymerbauelement sein. Auch der elektrische Kontaktfleck auf der Kuppe der
10 gummielastischen Erhebung kann beliebig ausgebildet und an die jeweilige spezielle Verwendung des elektronischen Bauelementes angepaßt sein. So kann der elektrische Kontakt durch eine leitende Schicht, einen leitenden Stift oder eine leitende Kugel ergänzt werden und damit in vorteilhafter Weise
15 den Erfordernissen des elektronischen Bauelements angepaßt sein.

Die Aufbringung der gummielastischen Erhebung auf das elektronische Bauelement erfolgt durch einen Druckprozeß, der
20 einfach und kostengünstig durchführbar ist. Die Anforderungen an die Festigkeitstoleranzen für solche Erhebungen können durch Anpassen der technisch möglichen Druckprozesse erfüllt werden. Ebenso kann auch die Aufbringung der isolierenden Schicht durch einen Druckprozeß erfolgen. Das leitende Mate-
25 rial zur Herstellung der Leiterbahnen bzw. der Leitungspfade und der elektrischen Kontakte kann durch Sputtermetallisierung oder chemische Metallisierung auf die gummielastische Erhebung bzw. auf die isolierende Schicht aufgebracht werden.

30 Bei der drucktechnischen Aufbringung der gummielastischen Erhebung wird vorzugsweise ein Schablonendruck eingesetzt, bei dem durch eine Lochschablone das Drucken erfolgt. Diese Lockschablone kann derart optimiert werden, daß mit einem Druck-

prozess bereits die gesamte gummielastische Erhebung durch die Lochschablone hindurch geformt sein kann.

5 In einer weiteren Durchführung des Verfahrens werden mehrere aufeinanderfolgende Druckvorgänge durch aufeinander abgestimmte Lochschablonen durchgeführt, um damit besonders weiche Übergänge von der Oberfläche des elektronischen Bauelements zur Kuppe der gummielastischen Erhebung zu schaffen. Dazu werden Lochschablonen eingesetzt, die eine perforierte
10 Metallfolie verwenden. Diese perforierte Metallfolie ist mit ihren Löchern genau auf die Position und auf die Größe der gummielastischen Erhebung abgestimmt, wodurch eine genaue Anpassung der domförmigen Ausbildung der gummielastischen Erhebung mit weichen Übergängen zur Kuppe und zur Grundfläche hin
15 erreicht werden kann.

Bei einem weiteren Durchführungsbeispiel des Verfahrens ist vorgesehen, daß als Lochmaske eine perforierte Metallfolie eingesetzt wird. Derartige perforierte Metallfolien sind ei-
20 nerseits äußerst präzise herstellbar, zum anderen haben sie nicht wie beim Siebdruckverfahren über der Öffnung zur Stabilisierung des Siebdrucknetzes eine Gewebestruktur, sondern ein völlig frei durchgängiges Loch, womit eine Dosierung der Silicongummimenge erleichtert wird.

25 Ein weiteres Durchführungsbeispiel des Verfahrens sieht vor, daß bei der Herstellung der Metallschichtstruktur auf der Oberfläche des elektronischen Bauelements und auf den gummielastischen Erhebungen die Leitungspfade auf den Hangseiten
30 der Erhebungen, die Kontaktflecken auf den Kuppen der Erhebungen sowie die Leiterbahnen auf der Oberfläche des elektronischen Bauelements gleichzeitig hergestellt werden. Dazu ist es vorgesehen, zunächst eine geschlossene Metallschicht auf-

zubringen, was durch Sputtern von Metallschichten wie beispielsweise Kupfer-Nickel oder Gold oder deren Legierungen möglich ist oder durch galvanisches Platieren oder durch Aufdampfen dieser Metalle erreicht werden kann. Als weiteres
5 wird dann eine geschlossene Photolackschicht aufgebracht, wobei es schwierig ist, eine gleichmäßig dünne bzw. dicke Lackschicht sowohl auf der ebenen oder flachen Oberseite des elektronischen Bauelements als auch auf den domartigen Wölbungen der Erhebungen aufzubringen. Ein besonders günstiges
10 Verfahren ist hier das Aufsprühen oder das Elektroabscheiden, bei dem aus einer organometallischen Lösung unter Strom ein spezieller Photolack gleichmäßig abgeschieden werden kann.

Auch das Belichten des Photolackes gestaltet sich bei den
15 großen Unterschieden in dem Oberflächenniveau schwierig, zumal eine hohe Tiefenschärfe erreicht werden muß, um sowohl im Bereich der Kontaktflecken auf den Erhebungen als auch im Bereich der Leitungspfade auf der Hangseite der Erhebung sowie dann auf der tieferliegenden ebenen Oberseite des elektronischen Bauelements eine scharfe Abbildung und Belichtung zu
20 ermöglichen. In dieser Ausführungsform des Verfahrens wird eine Projektionsbelichtung mit parallelen Lichtstrahlen vorgenommen und anschließend wird der Photolack entwickelt und die Struktur zu einer Photolackmaske ausgehärtet. Danach kann
25 durch Trocken- oder Naßätzen die Metallschicht durch die Photolackmaske hindurch die Metallschicht strukturiert werden. Nach Strukturieren der Metallschicht wird die Photolackmaske entfernt und es bleibt die gewünschte Metallschichtstruktur zurück, die Kontaktflecken auf der Kuppe der Erhebung, Leiterbahnen auf der Hangseite der Erhebungen und Verbindungsleitungen auf der Oberseite des elektronischen Bauelements
30 aufweist.

Zur besseren Haftung der Metallbeschichtung auf der Oberfläche sowohl der Erhebungen als auch auf der Oberfläche des elektronischen Bauelements kann zunächst eine Keimbildung auf der isolierenden Schicht der Erhebungen und der isolierenden
5 Schicht der Oberseite des Halbleiterbauelements erfolgen. Erst anschließend wird in diesem Bereich eine Metallisierung durchgeführt, um die Haftung der Leitungspfade und des Kontaktflecks auf dem gummielastischen Material der gummielastischen Erhebung zu erhöhen.

10

Als Alternative zu diesem Verfahren kann durch eine Laserbehandlung der Oberfläche der gummielastischen Erhebung und gegebenenfalls auch der isolierenden Schicht oder durch ein anderes geeignetes Verfahren eine Aufrauung dieser Oberfläche
15 erfolgen, die dem später aufzutragenden leitenden Material der Metallisierung eine bessere Haftung bietet. Es kann dabei auch vorgesehen werden, daß vor dem Aufbringen der Metallisierung und nach der Oberflächenaufrauung Metallkeime oder andere geeignete Keime auf die raue Oberfläche aufgebracht
20 werden, die aus jedem geeigneten Material bestehen können, wie aus Palladium. Palladium läßt sich preiswert auf elektrisch isolierenden Materialien abscheiden und bildet kubische Keimkristalle, die sich im isolierenden Material ausgezeichnet verankern und somit haftverbessernd für den Leitungspfad oder die Leiterbahnen sind.
25

Auch das oben geschilderte Verfahren zur Herstellung einer Metallschichtstruktur kann erheblich verbessert werden, wenn ein Verfahren zur Metallschichtstruktur eingesetzt wird, das
30 mit einer Tintenstrahl Drucktechnik arbeitet, wobei mittels einer organometallischen Lösung als Tinte und anschließender Verdampfung des Lösungsmittels während eines Tempervorgangs eine Metallschichtstrukturierung erreicht werden kann, die

ohne jede Maskentechnik allein durch Programmieren des Tintenstrahl-druckverfahrens eine Metallstruktur auf unebenen Flächen wie den vorliegenden gummielastischen Erhebungen erreichen kann.

5

- In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist mindestens ein erfindungsgemäßes elektronisches Bauelement auf einer Schaltungsplatine mittels eines beim Aushärten schrumpfenden Klebstoffs gebondet. Durch den schrumpfenden Klebstoff
- 10 wird ein elektrischer Kontakt zwischen der gummielastischen Erhebung und ihrem Kontaktfleck und einer elektrischen Kontaktanschlußfläche auf der Schaltungsplatine hergestellt, so daß ein gummielastischer Andruckkontakt auftritt. Diese Ausführungsform hat den Vorteil, daß kein bleihaltiges, die Um-
- 15 welt belastendes Lot zum Einsatz kommt und Unebenheiten des Bauelementes ausgeglichen werden können. Schließlich werden Unterschiede in der thermischen Ausdehnung ausgeglichen, so daß thermisch bedingte Spannungen vermieden werden.
- 20 Zum Andrücken des Kontaktes der gummielastischen Erhebung auf eine elektrische Andruckfläche wird der Klebstoff auf die Leitungsplatine in Form einzelner Klebstoffhöcker aufgebracht. Dann wird das elektronische Bauelement mit seinen elektrischen Kontaktflecken zu den elektrischen Kontaktan-
- 25 schlußflächen der Schaltungsplatine ausgerichtet und auf die Schaltungsplatine gedrückt, so daß die elektrischen Kontaktflecken auf den Kuppen der gummielastischen Erhebungen die Kontaktflächen der Schaltungsplatine kontaktieren, während der Klebstoff schrumpfend aushärtet. Dieses Verfahren hat den
- 30 Vorteil, daß eine Kontaktierung und ein Plazieren auf einer Schaltungsplatine bei äußerst niedriger Aushärtetemperatur durchgeführt werden kann.

Bei einem weiteren Durchführungsbeispiel des Verfahrens wird der Klebstoff in Form eines flächendeckenden Tropfens auf der Oberseite der Schaltungsplatine aufgetragen und anschließend das elektronische Bauelement mit seinen gummielastisch gestützten Kontaktflecken auf die Kontaktanschlussflächen bis zum Ende des Aushärtens und Schrumpfens des Klebstoffs gepreßt. Da für das Aushärten des Klebstoffes Temperaturen im Bereich von 120 bis 160°C vorgesehen sind, ist es auch möglich, vor dem Anpressen des elektronischen Bauelements die Kontaktflecken oder die Kontaktanschlussflächen der Schaltungsplatine mit einer lötfähigen Schicht zu versehen und gleichzeitig mit dem Andrücken und Aushärten des Schrumpfklebers eine Weichlotverbindung zwischen den Kontaktflecken des elektronischen Bauelements und den Kontaktanschlussflächen der Schaltungsplatine herzustellen.

Die Montage von CSP, insbesondere von geometrisch großen Chips, auf das Board (bzw. die Schaltungsplatine) ist aufgrund der unterschiedlichen Längenausdehnungskoeffizienten von Si und Laminat schwierig. Die Erfindung überwindet in vorteilhafter Weise den thermischen mismatch im CSP-Gehäuse.

Durch die Nutzung eines CSP mit in z-Richtung elastischem Interconnect läßt sich über einen Andrückvorgang eine Kontaktierung erzielen, welche auch für sehr viele Kontakte und sehr große Chips möglich ist. Dieser Andrückvorgang kann erzielt werden, indem der Chip auf das Board punktuell aufgeklebt wird mit einem Klebstoff, welcher beim Aushärten schrumpft und somit Chip und Board aufeinander zu bewegt. Bei diesem Vorgang werden die elastischen Interconnect Elemente (bzw. gummielastischen Erhebungen) mit einer Anpresskraft mit dem Pad (bzw. Kontaktanschlußfläche) verbunden. So können die unterschiedlichen Höhen der Interconnect-Elemente ausgegli-

chen werden und eine sichere Verbindung entsteht. Mit Hilfe der gummielastischen Erhebungen können Wafer bis 10 µm pro cm durchgebogen sein. Bei Chipgrößen von 30 mm bedeutet dies eine Toleranz von bis zu 30 µm, die durch die gummielastischen Erhebungen ausgleichbar ist.

Die Vorteile dieses Verfahrens sind:

- seine Verarbeitung bei vergleichsweise niedriger Temperatur (< 200°C),
- 10 - die Bleifreiheit der Verbindung (green components),
- die Elastizität sowohl in x/y als auch in z-Richtung bei thermomechanischer Belastung (Boardverzug).

Mit der vorliegenden Erfindung wird die Nutzung der CSP mit in alle drei Richtungen elastischen Interconnect Elementen erleichtert. Durch den Einsatz schrumpfender Kleber wird insbesondere für große Chips und hohe Pinzahlen ein sicherer elektrischer Kontakt zwischen Chip und Board erreicht.

20 Anschließend wird die Erfindung anhand von Ausführungsformen und von Figuren näher erläutert.

- Figur 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform der Erfindung mit teilweisem Querschnitt,
- 25 Figur 2 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Teil eines elektronischen Bauelements gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung,
- Figur 3 zeigt eine schematische Querschnittsansicht des Ausgangsmaterials für die vorliegende Erfindung,
- 30 Figur 4 zeigt eine schematische Querschnittsansicht durch eine gummielastische Erhebung einer Ausführungsform der Erfindung,

- Figur 5 zeigt einen schematischen Querschnitt durch eine metallbeschichtete gummielastische Erhebung,
- Figur 6 zeigt eine schematische Querschnittsansicht durch mehrere gummielastische Erhebungen auf einem gummiartigen Sockel,
- 5 Figur 7 zeigt eine Querschnittsansicht einer Gesamtansicht eines Bauelements gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung,
- Figur 8 zeigt eine Querschnittsansicht eines Ausschnitts eines Halbleiterchips nach dem Aufdrucken einer isolierenden Schicht,
- 10 Figur 9 zeigt den Halbleiterchip nach Figur 2 nach dem Aufdrucken einer gummielastischen Erhebung,
- Figur 10 zeigt den Halbleiterchip nach Figur 9 nach dem Aufbringen einer ersten Metallisierung,
- 15 Figur 11 zeigt den Halbleiterchip nach Figur 9 nach dem Aufbringen einer zweiten Metallisierung,
- Figur 12 zeigt den Halbleiterchip nach Figur 10 nach dem Aufbringen einer Lötkegel auf den Kontaktfleck,
- 20 Figur 13 zeigt eine Querschnittsansicht einer weiteren Ausführungsform eines Leitungspfades,
- Figur 14 zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer weiteren Ausführungsform der Erfindung,
- Figur 15 zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer mehrlagigen Schaltungsplatine mit aufgelötetem elektronischen Bauelement,
- 25 Figur 16 zeigt eine Querschnittsansicht einer mehrlagigen Schaltungsplatine mit Klebstoffhöckern,
- Figur 17 zeigt die mehrlagige Schaltungsplatine aus Figur 16 zusammen mit einem elektronischen Bauelement,
- 30 Figur 18 zeigt ein endmontiertes elektronisches Bauelement einer weiteren Ausführungsform der Erfindung auf einer Schaltungsplatine,

- Figur 19 zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer mehrlagigen Schaltungsplatine mit einem ausgebreiteten Tropfen aus schrumpffähigen Klebstoff,
- Figur 20 zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer mehrlagigen Schaltungsplatine mit aufgebrachtem und ausgerichtetem elektronischen Bauelement,
- Figur 21 zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer mehrlagigen Schaltungsplatine mit aufgedrucktem elektronischen Bauelement während der Aushärtung des Klebstoffs.

Figur 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Ausführungsform der Erfindung mit teilweisem Querschnitt. Abgebildet ist ein Teilstück einer Oberfläche 13 eines elektronischen Bauelements 2, wobei der darunter angeordnete Querschnitt im wesentlichen ein Halbleiterchip 6 mit einer isolierenden Beschichtung 7 zeigt. Auf der Oberfläche 13 dieser isolierenden Beschichtung 7 ist eine strukturierte Metallschicht angeordnet, die im wesentlichen aus Leiterbahnen 4 besteht. Ferner ist unmittelbar auf der Oberfläche 13 eine gummielastische Erhebung 3 angeordnet, die sich domartig über die Oberfläche 13 wölbt und eine Kontur 15 aufweist, die sich mit einer schwachen Krümmung der Oberfläche 13 angleicht. Auf der Kuppe 14 der gummielastischen Erhebung 3 ist in einer Höhe h von der Oberfläche 13 entfernt ein Kontaktfleck 16 aus einem Metall angeordnet, der einen elektrischen Kontakt 1 des elektronischen Bauelements 2 auf der Kuppe 14 der gummielastischen Erhebung 3 bildet. Zwischen einer der Leiterbahnen 4 auf der Oberfläche 13 und dem Kontaktfleck 16 auf der Kuppe 14 der gummielastischen Erhebung 3 ist ein Leitungspfad 8 angeordnet, der sich in einer Breite von bis zu $150\text{ }\mu\text{m}$ über die Hangseite 15 der gummielastischen Erhebung 3 erstrecken kann. Aufgrund der sanften Krümmungen 22 der gummielastischen Erhe-

bung 3 wird beim Zusammendrücken oder Verschieben der gummielastischen Erhebung 3 das Material des Leitungspfads 8 lediglich federelastisch belastet und ist somit vor Mikrorissbildungen geschützt. Die Höhe h der gummielastischen Erhebung 3
5 liegt in dieser Ausführungsform zwischen 60 und 300 μm . Die Grundfläche der gummielastischen Erhebung 3 weist einen Durchmesser von über 150 μm bis 500 μm auf. Die Breite des Leitungspfades liegt in diesem Ausführungsbeispiel zwischen 30 μm und 150 μm .

10

Bauelemente 2, die mit den erfindungsgemäßen gummielastischen Erhebungen 3 als Außenkontakte ausgestattet sind und einen relativ großen Halbleiterchip 6 beispielsweise von einer Kantenlänge von 20 mm aufweisen, können bei Temperaturtestzyklen
15 zwischen -40°C und $+160^{\circ}\text{C}$ einer relativen Verschiebung gegenüber einer Schaltungsplatine von über 30 μm in horizontaler Richtung ausgesetzt werden, ohne daß es zu einem Abriß der elektrischen Verbindung führt.

20 Werden die Bauelemente 2 bereits im Waferlevel getestet, so kann die gummielastische Erhebung 3 noch Höhendifferenzen in vertikaler Richtung bis zu 150 μm ausgleichen. Bei derartigen Testverfahren auf Waferlevel werden gleichzeitig für bis zu 2000 elektronische Bauelemente 2 mit jeweils 50 bis 100 Außenkontakten auf gummielastischen Erhebungen 3 eines Halbleiterwafers sichere elektrische Verbindungen allein durch An-
25 drücken der Kontaktflecken 16 der Erhebung auf Kontaktanschlußflächen einer Prüfplatine geschaffen. Dabei gleichen die gummielastischen Erhebungen 3 nicht nur Verwölbungen der
30 Prüfplatine von $\pm 10 \mu\text{m}$ und des Halbleiterwafers aus, sondern auch Höhendifferenzen unter den Erhebungen von bis zu $\pm 10\%$. Aufgrund der hohen gummielastischen Dehnbarkeit der

Erhebungen 3 von 50 % können diese Differenzen in vertikaler Richtung vollständig ausgeglichen werden.

Figur 2 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Teils eines elektronischen Bauelements 2 gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung. Komponenten mit gleichen Funktionen wie in Figur 1 werden mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet und nicht extra erläutert. Wie Figur 2 zeigt, können mehrere gummielastische Erhebungen 3 mit Kontaktflecken 16 auf ihren Kuppen 14 und Leitungspfaden 8 auf ihren Hangseiten 15 angeordnet sein. Zwischen den gummielastischen isolierenden Erhebungen 3 laufen auf der Oberseite 13 der isolierenden Schicht 7 metallische Leiterbahnen 4, die zu entsprechenden nicht gezeigten Kontaktflecken in einem Bondkanal des Halbleiterchips 6 führen. Die isolierende Schicht 7 wird deshalb auch Umverdrahtungsschicht genannt und die Leiterbahnen 4 stellen die Umverdrahtungsleitungen dar.

Die Figuren 3 bis 5 stellen die Verfahrensschritte zur Herstellung eines derartigen elektronischen Bauelements 2 dar.

Figur 3 zeigt eine schematische Querschnittsansicht des Ausgangsmaterials für die vorliegende Erfindung. Komponenten mit gleichen Funktionen wie in den vorhergehenden Figuren werden mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet und nicht extra erläutert. Das Ausgangsmaterial für die vorliegende Erfindung ist ein Halbleiterchip 6 mit Kontaktflächen 19 einer nicht gezeigten integrierten Schaltung auf der aktiven Oberseite 24 des Halbleiterchips, die der passiven Rückseite 25 gegenüber liegt. Auf dem Halbleiterchip 6 ist eine isolierende Schicht 7 angeordnet, mit einer Oberfläche 13 unter Freilassung eines Bondkanals 26, der einen Zugriff zu den Kontaktflächen 19 des Halbleiterchips 6 zulässt.

Figur 4 zeigt eine schematische Querschnittsansicht durch eine gummielastische Erhebung 3 einer Ausführungsform der Erfindung. Komponenten mit gleichen Funktionen wie in den vorhergehenden Figuren werden mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet und nicht extra erläutert. Auf die Oberfläche 13, die gleichzeitig auch eine Oberfläche des elektronischen Bauelements 2 darstellt, wird unmittelbar auf der isolierenden Schicht 7 eine gummielastische Erhebung 3 aufgebracht, die aus einem gummielastischen Elastomer besteht. In dieser Ausführungsform der Figur 4 wurde als gummielastisches Elastomer ein Material auf Siliconbasis eingesetzt, das über eine Lochschablone auf die Oberfläche 13 der isolierenden Schicht 7 aufgebracht ist. Die Schablone selbst besteht aus einer perforierten Metallfolie. Durch die Einstellung von Viskosität und Zusammensetzung der Silicongummimasse läßt sich die Höhe h der domförmigen gummielastischen Erhebung 3 gezielt einstellen.

Figur 5 zeigt eine schematische Querschnittsansicht durch eine metallbeschichtete gummielastische Erhebung 3. Komponenten mit gleichen Funktionen wie in den vorhergehenden Figuren werden mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet und nicht extra erläutert. Auf die Oberfläche 13 der isolierenden Schicht sowie auf die Oberfläche der gummielastischen Erhebung 3 und in dem Bondkanal 26 wird eine Metallschichtstruktur aufgebracht, die im wesentlichen aus einem Kontaktfleck 16 auf der Kuppe der gummielastischen Erhebung 3, einem Leitungspfad 8 auf der Hangseite 15 der gummielastischen Erhebung 3 und einer Leiterbahn 4, die den Kontaktfleck 16 mit der Kontaktfläche 19 auf dem Halbleiterchip 6 in dem Bondkanal 26 verbindet. Durch das Aufbringen dieser Metallstruktur ist im wesentlichen das elektronische Bauelement 2 fertigge-

stellt, es kann jedoch das gesamte Bauelement unter Freilassung der gummielastischen Erhebung 3 mit ihrem Kontaktfleck 16 auf der Kuppe der Erhebung 3 mit einer nicht gezeigten Schutzschicht aus isolierendem Material versehen werden.

5

Die Metallstruktur ist in dieser Ausführungsform nach Figur 5 mit Hilfe einer Metallisierung der gesamten Oberfläche hergestellt, wobei diese Metallisierung anschließend durch ein Photolithographieverfahren strukturiert wird. Dieses Photolithographieverfahren löst zwei Probleme, nämlich einerseits auf einer nicht ebenen Oberfläche, die durch die sich aufwölbenden Erhebungen vorgegeben ist, eine gleichmäßig dicke Photolackschicht auf die Metallbeschichtung aufzutragen. Während die Metallbeschichtung mit einer relativ gleichmäßigen Dicke

10 urch Sputtern aufbringbar ist, kann diese Photolackschicht entweder durch eine Sprühtechnik oder durch eine Elektroabscheidung in einer metallorganischen Lösung galvanisch abgeschieden werden. In beiden Fällen ergibt sich eine relativ gleichmäßige Beschichtungsdicke des Photolackes. Das zweite

15 Problem ist eine Belichtung einer derartigen unebenen Fläche, wobei eine gleichmäßige Schärfe der Abbildung sowohl auf der Kuppe der gummielastischen Erhebung 3 als auch auf der Ebene der isolierenden Schicht 7 zu erreichen ist. Dieses Problem wird durch eine Projektionsbelichtung gelöst.

25

Das Problem der Aufbringung einer präzisen Metallschichtstruktur auf eine unebene Fläche wird in einem weiteren Durchführungsbeispiel des Verfahrens in Figur 5 dadurch erreicht, daß die Metallschichtstruktur 27 gedruckt wird. Bei

30 der herkömmlichen Siebdrucktechnik oder der Lochmaskentechnik sind jedoch die erheblichen Unterschiede in der Höhe h , d.h. die große Unebenheit der zu bedruckenden Fläche ein Hindernis. Dieses Problem wird überwunden durch ein Tintenstrahl-

drucken der Metallschichtstruktur mit einer Tinte, die sich aus einer organometallischen Lösung zusammensetzt. Nach dem Drucken wird durch einen entsprechenden Tempervorgang das Lösungsmittel unter Bildung einer Metallschichtstruktur verdampft.

Figur 6 zeigt eine schematische Querschnittsansicht durch mehrere gummielastische Erhebungen 3 auf einem gummielastischen Sockel 17. Komponenten mit gleichen Funktionen wie in den vorhergehenden Figuren werden mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet und nicht extra erläutert. Die Herstellungsweise dieses elektronischen Bauelements 2 kann mit den gleichen Schritten, wie sie mit den Figuren 3 bis 5 dargestellt sind hergestellt werden, außer daß vor dem Aufbringen der gummielastischen Erhebungen 3 zunächst ein Zwischenschritt zur Herstellung von flachen Sockeln 17 aus gummielastischen Material durchgeführt wird. Für diesen Zwischenschritt zur Bildung flacher gummielastischer Sockel 17 kann ein Schablonendruck durchgeführt werden mit entsprechend größeren Öffnungen in der Schablone, so daß auf dem Sockel 17 mehrere gummielastische Erhebungen anschließend aufbringbar sind. In dieser Ausführungsform der Erfindung ist die Höhe h_1 des gummielastischen Sockels zwischen 30 und 50 μm , während die Höhe h_2 der Höhe h der gummielastischen Erhebung in Figur 4 und 5 entspricht.

Figur 7 zeigt schematisch einen Gesamtquerschnitt eines elektronischen Bauelements 2 einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, wobei in diesem Fall die gummielastischen Erhebungen 3 am Rand des elektronischen Bauelementes 2 dargestellt sind und die Leiterbahnen 4 zu den entsprechenden Kontaktflächen 19 einer nicht dargestellten elektronischen Schaltung im Halbleiterchip 6 führen. Weitere hier nicht gezeigte Erhebun-

- gen können über die gesamte Oberfläche 13 verteilt angeordnet sein. Leitungspfade 8 verbinden die Leiterbahnen 4 auf der Oberfläche 13 mit elektrischen Kontaktflecken 16 auf den Kuppen 14 der Erhebungen 3, die Kontaktkugeln 5 tragen. Diese
- 5 Kontaktkugeln 5 können vergoldet sein, um einen oxidationsfreien Kontakt zu Kontaktanschlußflächen 12 einer Schaltungsplatine, zu gewährleisten. In diesem Fall wird eine elektrische Verbindung zwischen dieser Schaltung des Bauelementes 2 und der Verdrahtung auf der Schaltungsplatine 10 durch einen
- 10 oxidationsfreien flexiblen Andruckkontakt erreicht, so daß kein umweltbelastendes Lot zum Einsatz kommt. Es ist jedoch auch möglich, daß die gummielastischen Erhebungen 3 eine Löt-
kugel 5 tragen, so daß eine Lötverbindung mit einer Schaltungsplatine ermöglicht wird und die elastischen Erhebungen 3
- 15 nicht nur die Unebenheiten des Bauelementes 2 und der Platine ausgleichen, sondern auch thermische Spannungen vermindern, die aufgrund unterschiedlicher Ausdehnungskoeffizienten von Bauelement 2 und Platine 10 auftreten.
- 20 In den Figuren 8 bis 13 wird beispielhaft die Herstellung eines elektronischen Bauelementes 2 erläutert, das eine erfindungsgemäße gummielastische Erhebung 3 aufweist. Wie Figur 8 zeigt, wird dabei zunächst auf einem Halbleiterchip 6, der in Figur 2 ausschnittsweise im Querschnitt dargestellt ist, eine
- 25 isolierende Schicht 7 aufgebracht, die eine erste Oberfläche des Halbleiterchips 6 zumindest teilweise bedeckt. Das Aufbringen und Strukturieren dieser isolierenden Schicht 7 kann dabei durch unterschiedliche Verfahren erfolgen. In einer Ausführungsform der Erfindung wird ein Druckverfahren, insbesondere ein Siebdruckverfahren, verwendet, das einfach und
- 30 kostengünstig durchführbar ist.

Wie Figur 9 zeigt, wird anschließend eine gummielastische Erhebung 3 auf den Halbleiterchip 6 im Bereich seiner Oberfläche 13 aufgebracht, wobei die gummielastische Erhebung 3 auf oder neben der isolierenden Schicht angeordnet sein kann.

5

Eine Aufrauung der Oberfläche der flexiblen Erhebung 3 und der isolierenden Schicht 7 mit Hilfe eines Lasers kann in denjenigen Bereichen erfolgen, in denen in einem späteren Schritt Leitungspfade 8 und Leiterbahnen 4 gebildet werden sollen. Dies ist durch die senkrechten Pfeile in Figur 3 angedeutet. Die raue Oberfläche sorgt dabei insbesondere für eine bessere Haftung des leitenden Materials der Leitungspfade 8 und Leiterbahnen 4 auf den jeweiligen Oberflächen.

15 Figur 10 zeigt einen Querschnitt eines Ausschnitts des Halbleiterchips nach Figur 9 nach Aufbringen einer strukturierten Metallisierung auf die Oberfläche der gummielastischen Erhebung 3 sowie auf die Oberfläche 13 der isolierenden Schicht 7.

20

Figur 11 zeigt einen Querschnitt eines Ausschnitts des Halbleiterchips 6 nach Figur 10 nach Aufbringen einer zweiten Metallisierung. Diese Metallisierung wird, wie die Figuren 10 und 11 zeigen, somit in zwei Schritten erfolgen, wobei zunächst eine erste Grundmetallisierung 4a und 8a hergestellt wird oder eine Abscheidung von Keimen 4a, 8a auf der Oberfläche erfolgt, welche jeweils zur Bildung von Leiterbahnen auf der isolierenden Schicht und einem Leitungspfad auf der flexiblen Erhebung dienen. Die Keime können aus jedem geeigneten Material wie Palladium bestehen. Anschließend erfolgt eine endgültige Metallisierung 4b und 8b, wie sie Figur 11 zeigt, zur endgültigen Herstellung der Leiterbahnen 4 und Leitungspfade 8. Diese strukturierte Metallisierung bildet bereits

30

auf der gummielastischen Erhebung 3 einen elektrischen Kontaktfleck 16, über den die Kontaktierung des elektronischen Bauelements 2 erfolgt kann.

- 5 Figur 12 zeigt einen Querschnitt eines Ausschnitts des Halbleiterchips 6 nach Figur 10 nach Aufbringen einer Lötugel 5 auf die Kontaktstelle, die einen elektrischen Kontaktfleck 16 bildet.
- 10 Figur 13 zeigt einen Querschnitt einer alternativen Ausführungsform der leitenden Verbindung zu der Kontaktstelle auf der gummielastischen Erhebung 3, wobei hier ein Leitungspfad 9 durch die gummielastische Erhebung 3 hindurch geführt ist. Eine solche Anordnung kann dadurch hergestellt werden, daß
- 15 zunächst, wie in Figur 8, eine isolierende Schicht 7 auf den Halbleiterchip 6 aufgebracht wird. Anschließend erfolgt bereits eine Metallisierung zur Herstellung von Leiterbahnen 4 auf der isolierenden Schicht 7. Erst dann erfolgt die Aufbringung der flexiblen Erhebung 3, vorzugsweise durch einen
- 20 Druckprozeß. Schließlich erfolgt die Bildung eines Leitungspfad 9 im Inneren der gummielastischen Erhebung 3 durch eine Laserstrukturierung ausgehend von der Oberfläche der gummielastischen Erhebung 3 mit einer anschließenden Metallisierung.
- 25 Figur 14 zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer weiteren Ausführungsform der Erfindung. Komponenten mit gleichen Funktionen wie in den vorhergehenden Figuren werden mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet und nicht extra erläutert.
- 30 In dieser Ausführungsform der Erfindung ist die gummielastische Erhebung 3 aus einem gleichzeitig elektrisch leitendem Material gebildet und weist auf ihrer Kuppe 14 einen metallischen Kontaktfleck 16 auf, der über das elektrisch

leitende Material der gummielastischen Erhebung 3 am Fuß der Erhebung 3 mit einer Leiterbahn 4 der Oberfläche 13 des elektronischen Bauteils verbunden ist. Die gummielastische Erhebung dient in diesem Fall gleichzeitig als niederohmiger Schutzwiderstand.

Figur 15 zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer mehrlagigen Schaltungsplatine 10 mit aufgelötetem elektronischen Bauelement 2. Dazu weist die mehrlagige Schaltungsplatine 10 an ihrer Oberseite 28 Kontaktanschlussflächen 12 auf, die eine Beschichtung aus Weichlot tragen. Komponenten mit gleichen Funktionen wie in den vorhergehenden Figuren werden mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet und nicht extra erläutert.

Das elektronische Bauelement 2 ist bei dieser Anordnung der Erfindung mit seinen Kontaktflecken 16 auf den Kuppen 14 der gummielastischen Erhebungen 3 auf den Kontaktanschlussflächen 12 der Schaltungsplatine 10 aufgelötet und kann mit seinen gummielastischen Erhebungen sowohl thermische Unterschiede in der Ausdehnung der Schaltungsplatine 10 gegenüber dem Halbleiterchip 6, als auch Verwölbungen der Oberflächen 13 des elektronischen Bauelements 2 gegenüber der Oberfläche 28 der Schaltungsplatine 10 ausgleichen. Der Höhenausgleich zwischen den beiden Oberflächen kann eine Gummielastizität erfordern, die auf einem Zentimeter 1 μm ausmacht und folglich bei einer Halbleiterscheibe mit Halbleiterchips 6 von einem Durchmesser von 30 cm einen Abstandsunterschied zwischen den beiden Oberflächen 13 und 28 von bis zu 30 μm ausgleichen kann. Die gummielastische Dehnbarkeit der gummielastischen Erhebungen 3 kann bei dieser Ausführungsform der Erfindung vertikal zur Oberfläche 13 eine gummielastische Dehnung von 30 μm aufweisen. Das gummielastische Material der Erhebungen 3 weist eine

gummielastische Dehnbarkeit von 50 % auf. Somit ist die Höhe h der gummielastischen Erhebungen 3 mindestens 60 µm.

- Figur 16 zeigt eine Querschnittsansicht einer mehrlagigen Schaltungsplatine 10 mit Klebstoffhöckern 11 und Kontaktanschlußflächen 12, die vergoldet sein können, um einen oxidationsfreien Kontakt zu gewährleisten oder die mit Lot beschichtet sein können, wenn eine Lötverbindung erwünscht ist.
- Figur 17 zeigt das Aufbringen eines elektronischen Bauelementes 2, wie es in Figur 7 gezeigt wird, jedoch mit vier Kontaktkugeln 5, die auf gummielastischen Erhebungen 3 aufgebracht sind und über Leitungspfade 8 mit Leiterbahnen 4 des elektronischen Bauelements 2 in Verbindung stehen. Beim Aufbringen und Justieren des elektronischen Bauelementes 2 auf der mehrlagigen Schaltungsplatine 10 verformen sich die Klebstoffhöcker 11 etwas und schrumpfen, wie es Figur 18 zeigt, beim Aushärten, so daß das elektronische Bauelement 2 mit seinen Kontaktbällen 5 auf die Kontaktanschlußflächen 12 der Schaltungsplatine 10 in Pfeilrichtung A gedrückt werden, wobei gleichzeitig die gummielastische Erhebung 3 zusammengepreßt wird. Wenn sowohl die Kontaktkugeln 5 als auch die Kontaktanschlußflächen 12 mit einer Goldlegierung vergoldet sind, entsteht durch den Andruck in Pfeilrichtung A ein oxidationsfreier ohm'scher Kontakt zwischen den beteiligten Komponenten. Sind die Komponenten mit Lot beschichtet, kann bei entsprechenden Löttemperaturen auch eine Lötverbindung hergestellt werden.
- Figur 18 zeigt ein endmontiertes Bauelement 2 einer weiteren Ausführungsform der Erfindung auf einer Schaltungsplatine 10. Unebenheiten und Verwölbungen des elektronischen Bauelementes 2, die bis zu 10 µm pro cm betragen können, und Unebenheiten

der Schaltungsplatine 10 können spannungsfrei durch die flexiblen Erhöhungen 3 ausgeglichen werden.

Die Figuren 19 bis 21 zeigen nun im einzelnen die Befestigung des elektronischen Bauelements 2 auf die mit einem ausgebreiteten Tropfen aus schrumpffähigen Klebstoff vorbereitete mehrlagige Schaltungsplatine 10.

Figur 19 zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer mehrlagigen Schaltungsplatine 10 mit einem ausgebreiteten Tropfen 21 aus schrumpffähigen Klebstoff. Komponenten mit gleichen Funktionen wie in den vorhergehenden Figuren werden mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet und nicht extra erläutert.

Anders als in der Figur 16 wird bei der Ausführungsform der Erfindung nach Figur 19 zum Aufsetzen eines elektronischen Bauelements auf eine mehrlagige Schaltungsplatine 10 ein großflächiger Tropfen aus schrumpffähigen Klebstoff auf der Oberseite 28 der mehrlagigen Schaltungsplatine 10 ausgebreitet.

Figur 20 zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer mehrlagigen Schaltungsplatine 10 mit aufgebrachtem und ausgerichtetem elektronischen Bauelement 2. Komponenten mit gleichen Funktionen wie in den vorhergehenden Figuren werden mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet und nicht extra erläutert. Das elektronische Bauelement 2 unterscheidet sich von dem elektronischen Bauelement, das in Figur 15 gezeigt wird dadurch, daß zusätzlich eine Schutzschicht 29 unter Freilassung der gummielastischen Erhebungen 3 mit ihren Kontaktflecken 16 auf ihrer Kuppe 14 und den Leitungspfaden 8 auf der Hangseite 15 der gummielastischen Erhebung 3 aufgebracht ist.

Beim Eintauchen der Kontaktflecken 16 in den auf der Schaltungsplatine 10 ausgebreiteten Tropfen 21 aus schrumpfbaren Klebstoff 21 wird dieser von den Kontaktanschlussflächen 12 der Schaltungsplatine 10 verdrängt, so daß ein Kontakt zwischen Kontaktflecken 16 und Kontaktanschlussflächen 12 entsteht. Dieser elektrische Kontakt wird dadurch verstärkt, daß in dem Schrumpfprozess der Klebstoffs dieser das elektronische Bauelement 2 in Pfeilrichtung A auf die Kontaktanschlussflächen presst.

10

Figur 21 zeigt eine schematische Querschnittsansicht einer mehrlagigen Schaltungsplatine 10 mit aufgepressten elektronischen Bauelement 2 während der Aushärtung des Klebstoffs. Komponenten mit gleichen Funktionen wie in den vorhergehenden Figuren werden mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet und nicht extra erläutert.

Beim Aushärten des Klebstoffs zwischen dem elektronischen Bauelement 2 und der Schaltungsplatine 10 schrumpft dieser und zieht in Pfeilrichtung A das elektronische Bauelement 2 mit seinen gummielastischen Erhebungen und den darauf befindlichen Kontaktflecken 16 auf die Kontaktanschlussflächen 12 der Schaltungsplatine 10. Somit kann bereits allein durch Kontaktierung ein intensiver elektrischer Kontakt hergestellt werden. Die Schutzschicht 29 schützt bei diesem Vorgang das elektronische Bauelement 2 vor Einflüssen und Beschädigungen durch den schrumpffähigen Klebstoff. Die Aushärttemperatur des schrumpffähigen Klebstoffs liegt in einem Temperaturbereich, der gleichzeitig ein Weichlöten zwischen den Kontaktflecken 16 des elektronischen Bauelements und den Kontaktanschlussflächen 12 der Schaltungsplatine 10 erlaubt. Somit können mit dieser Ausführungsform der Erfindung sowohl elektrische Kontaktstellen geschaffen werden, die nur auf Berüh-

rung basieren und/oder Kontaktstellen, die zusätzlich durch eine Weichlötung mechanisch gesichert sind.

Patentansprüche

1. Elektronisches Bauelement mit einer elektronischen
Schaltung und Leiterbahnen (4) auf einer Oberfläche (13)
5 des elektronischen Bauelements (2) zum elektrischen Ver-
binden der elektronischen Schaltung mit metallbeschich-
teten Erhebungen (3) aus isolierendem Material,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Erhebungen (3) ein gummielastisches Material und je-
10 weils auf ihrer Kuppe (14) einen metallischen Kontakt-
fleck (16) und auf ihrer Hangseite (15) oder in ihrem
Volumen einen Leitungspfad (8) aufweisen, der zwischen
dem Kontaktfleck (16) und einer der Leiterbahnen (4) an-
geordnet ist.
15
2. Elektronisches Bauelement nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
daß die Erhebung (3) eine domartige Kontur mit weichem
schwachgekrümmten Übergang zu der Oberfläche (13) auf-
20 weist.
3. Elektronisches Bauelement nach Anspruch 1 oder Anspruch
2,
dadurch gekennzeichnet, dass
25 mehrere Erhebungen auf einer gummielastischen flachen
Sockelfläche angeordnet sind und sich der Leitungspfad
(8) von jedem Kontaktfleck (16) über die Hangseite (15)
der jeweiligen gummielastischen Erhebung (3) über den
gummielastischen Sockel (17) zu einer der Leiterbahnen
30 (4) auf der Oberfläche (13) erstreckt.
4. Elektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis
3,

dadurch gekennzeichnet, dass
die Erhebung (3) eine Grundfläche mit einem Durchmesser
zwischen 150 und 500 µm aufweist.

- 5 5. Elektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
eine isolierende Schicht (7) mindestens teilweise die
aktive Oberfläche bedeckt und an die gummielastische Er-
hebung (3) angrenzt, und
10 Leiterbahnen (4) auf der isolierenden Schicht angeordnet
sind, die eine leitende Verbindung zwischen dem Lei-
tungspfad (8), der gummielastischen Erhebung (3) und der
elektronischen Schaltung bilden.
- 15 6. Elektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das gummielastische Material der Erhebungen (3) mehr als
20 50 % gummielastische Dehnbarkeit aufweist.
7. Elektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden
Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
25 das gummielastische Material der Erhebungen (3) einen
Elastomer aufweist.
8. Elektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden
Ansprüche,
30 dadurch gekennzeichnet, dass
das gummielastische Material ein Elastomer auf Silicon-
basis aufweist.

9. Elektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Erhebungen (3) aus gummielastischem Material um meh-
5 rere 10 µm gummielastisch verformbar sind.
10. Elektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
10 die Erhebungen (3) parallel zur Oberfläche (13) bis zu
50 µm gummielastisch auslenkbar sind.
11. Elektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
15 dadurch gekennzeichnet, dass
die Erhebungen (3) vertikal zur Oberfläche um 50 µm bis
150 µm auslenkbar sind.
12. Elektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
20 dadurch gekennzeichnet, dass
die Höhe (h) der gummielastischen Erhebungen (3) 60 µm
bis 300 µm aufweist.
- 25 13. Elektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Breite (b) des Leitungspfades (8) auf der Hangseite
(15) der Erhebung (3) kleiner gleich 150 µm ist.
- 30 14. Elektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis
13,

dadurch gekennzeichnet, daß
das elektronische Bauelement (2) ein Halbleiterbauelement ist.

- 5 15. Elektronisches Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, daß
das elektronische Bauelement (2) ein Polymerbauelement ist.
- 10 16. Elektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die gummielastische Erhebung (3) elektrisch leitend ist
15 und auf ihrer Kuppe (14) einen Kontaktfleck (16) aufweist und mit ihrer Grundfläche mit einer Leiterbahn (4) auf der Oberfläche (13) des elektronischen Bauteils (2) elektrisch verbunden ist.
- 20 17. Elektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Kontaktflecken (16) mittels eines Leitklebers mit
Kontaktanschlussflächen (12) einer Schaltungsplatine
25 (10) elektrisch verbindbar sind.
18. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Erhebungen (3) mit ihren Kontaktflecken (16) und ihren Leitungspfaden (8) vollständig in Leitkleber (18)
30 eingebettet sind.

19. Elektronisches Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
das elektronische Bauelement (2) auf einer Schaltungs-
5 platine (10) angeordnet ist, mittels beim Aushärten
schrumpfenden Klebstoffhöckern (11) auf der Schaltungs-
platine (10) gebondet ist und über den mindestens einen
elektrischen Kontakt (1) einer gummielastischen Erhebung
(3) mit mindestens einer elektrischen Kontaktanschluß-
10 fläche (12) auf der Schaltungsplatine (10) einen An-
druckkontakt bildet.
20. Verfahren zur Herstellung eines elektronischen Bauele-
ments (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 19,
15 dadurch gekennzeichnet, daß
die Aufbringung der gummielastischen Erhebung (3) durch
einen Druckprozeß erfolgt.
21. Verfahren nach Anspruch 20,
20 dadurch gekennzeichnet, daß
der Druckprozess mittels Schablonendruck durch eine
Lochschablone erfolgt.
22. Verfahren nach Anspruch 20 oder Anspruch 21,
25 dadurch gekennzeichnet, daß
die Erhebung (3) mittels mehrerer aufeinander folgender
Druckvorgänge durch aufeinander abgestimmte Lochschablo-
nen erfolgt.
- 30 23. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 22,
dadurch gekennzeichnet, daß
als Lochschablone eine perforierte Metallfolie einge-
setzt wird.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 23,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Metallschichtstruktur der Leitungspfade (8) und der
5 Kontaktflecken (16) auf den Erhebungen (3) sowie der
Leiterbahnen (4) auf der Oberfläche (13) gleichzeitig
hergestellt wird.
25. Verfahren nach Anspruch 24,
10 dadurch gekennzeichnet, dass
die Metallschichtstruktur mit folgenden Schritten hergestellt wird:
- Aufbringen einer geschlossenen Metallschicht auf
die Oberfläche (13) und die Erhebungen (3) durch
15 Sputtern, galvanisches Platieren oder Aufdampfen,
 - Aufbringen einer geschlossenen Photolackschicht auf
die Metallschicht durch Aufsprühen oder Elektroab-
scheiden,
 - Projektionsbelichten, Entwickeln und Aushärten der
20 Photolackschicht zu einer strukturierten Photolack-
maske,
 - Strukturieren der Metallschicht durch Trocken- oder
Naßätzung,
 - Entfernen der Photolackmaske unter Zurückbleiben
25 der Metallschichtstruktur mit Leitungspfaden (8),
Kontaktflecken (16) auf den Erhebungen (3) sowie
den Leiterbahnen (4) auf der Oberfläche (13).
26. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 25,
30 dadurch gekennzeichnet, dass
nach dem Aufbringen der gummielastischen Erhebung (3)
eine Aufrauung der Oberfläche der Erhebung (3) zumin-

dest im Bereich der späteren Leitungspfade (8) erfolgt, insbesondere mit Hilfe eines Lasers.

27. Verfahren nach Anspruch 26,
5 dadurch gekennzeichnet, dass
nach der Aufrauung der Oberfläche der gummielastischen Erhebung (3) und vor dem Aufbringen eines leitenden Materials zur Bildung von Leitungspfaden (8) auf der Hangseite (15) der Erhebung (3) eine Abscheidung von Keimen
10 auf der Oberfläche der Erhebung (3) erfolgt.
28. Verfahren nach Anspruch 27,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Keime aus Palladium bestehen.
15
29. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 28,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Bildung der Leitungspfade (8) auf der Hangseite (15) der Erhebung (3) durch die Abscheidung eines leitenden
20 Materials auf der aufgerauhten Oberfläche erfolgt.
30. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 29,
dadurch gekennzeichnet, daß
eine Aufrauung der Oberfläche der isolierenden Schicht
25 (7) mindestens im Bereich der zu bildenden Leiterbahnen
(4) erfolgt, insbesondere mit Hilfe eines Lasers.
31. Verfahren nach Anspruch 30,
dadurch gekennzeichnet, daß
30 nach der Aufrauung der Oberfläche der isolierenden Schicht (7) und vor dem Aufbringen eines leitenden Materials zur Bildung von Leiterbahnen (4) auf der Oberflä-

che der isolierenden Schicht eine Abscheidung von Keimen auf der Oberfläche der isolierenden Schicht (7) erfolgt.

32. Verfahren nach Anspruch 31,
5 dadurch gekennzeichnet, daß
 die Keime aus Palladium bestehen.
33. Verfahren zur Herstellung einer Metallschichtstruktur auf flachen Oberflächen mit Erhebungen und Vertiefungen
10 auf denselben,
 dadurch gekennzeichnet, dass
 die Metallschicht selektiv und strukturiert durch Tintenstrahldrucken mittels einer organometallischen Lösung als Tinte und anschließender Verdampfung des Lösungsmittels
15 während eines Tempervorgangs gebildet wird.
34. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 33,
 dadurch gekennzeichnet, daß
 mindestens ein fertiges elektronisches Bauelement (2)
20 auf eine Schaltungsplatine (10) geklebt wird, wobei die elektrischen Kontaktflecken (16) auf den Erhebungen (3) auf Kontaktanschlußflächen (12) der Schaltungsplatine (10) gedrückt werden.
- 25 35. Verfahren nach Anspruch 34,
 dadurch gekennzeichnet, daß
 als Klebstoff ein beim Aushärten schrumpfender Klebstoff eingesetzt wird.
- 30 36. Verfahren nach Anspruch 34 oder Anspruch 35,
 dadurch gekennzeichnet, daß
 der Klebstoff in Form von Klebstoffhöckern (11) auf der Schaltungsplatine (10) angeordnet wird.

37. Verfahren nach Anspruch 34 oder Anspruch 35,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Klebstoff in Form eines flächendeckenden Tropfens
5 auf der Oberseite der Schaltungsplatine (10) aufgetragen
wird und anschließend das elektronische Bauelement (2)
mit seinen gummielastisch gehaltenen Kontaktflecken (16)
auf die Kontaktanschlussflächen (12) bis zum Ende des
Aushärtens und Schrumpfens des Klebstoffs gepresst wird.

10

FIG 1

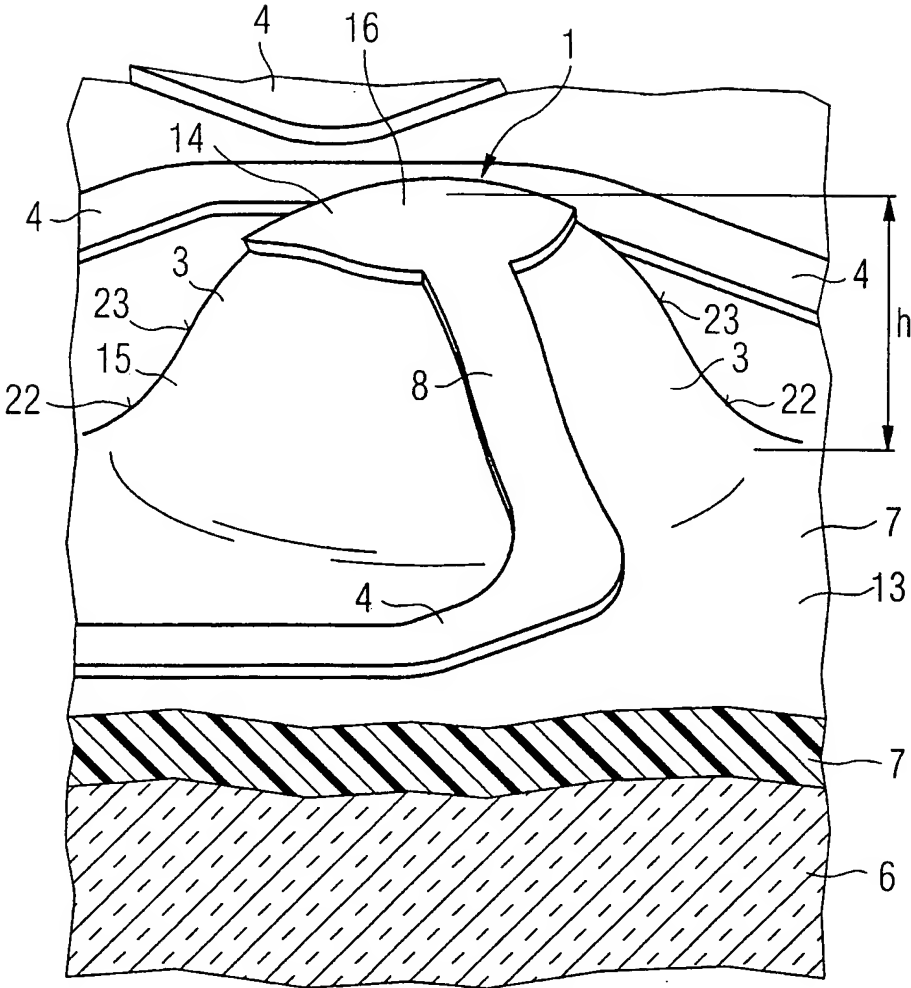


FIG 2

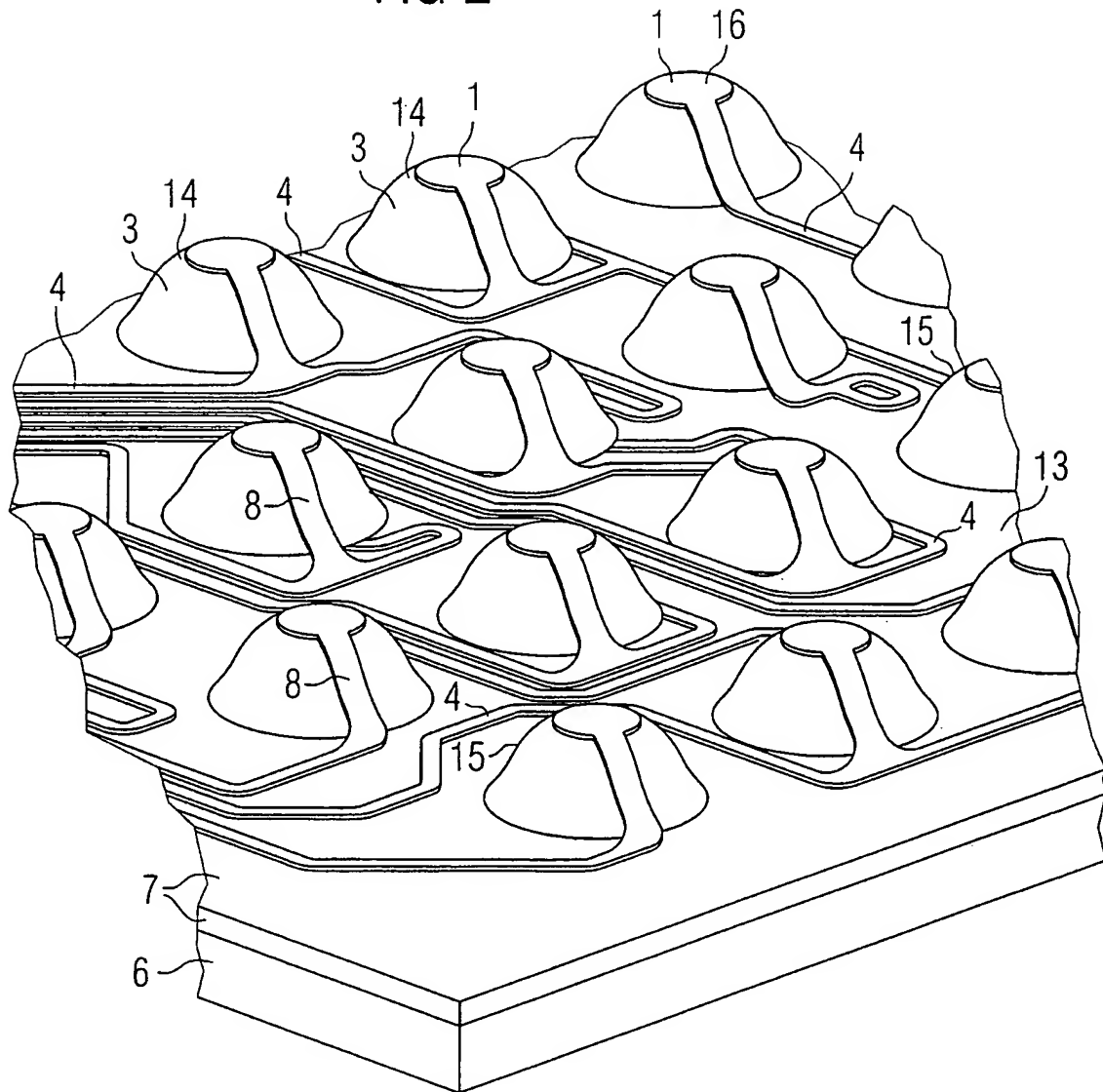


FIG 3

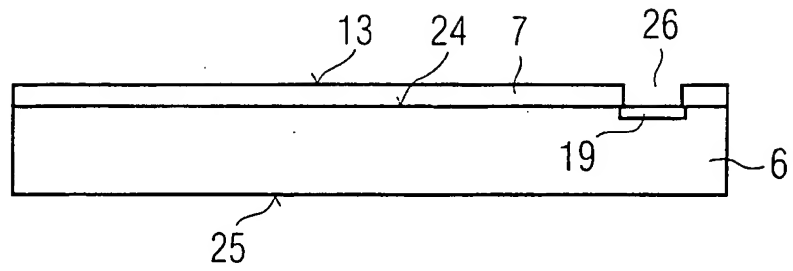


FIG 4

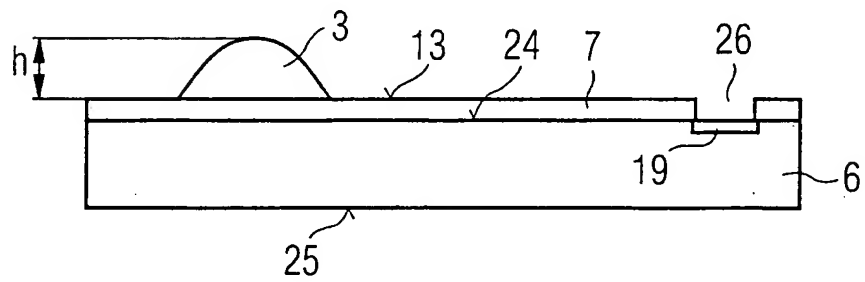
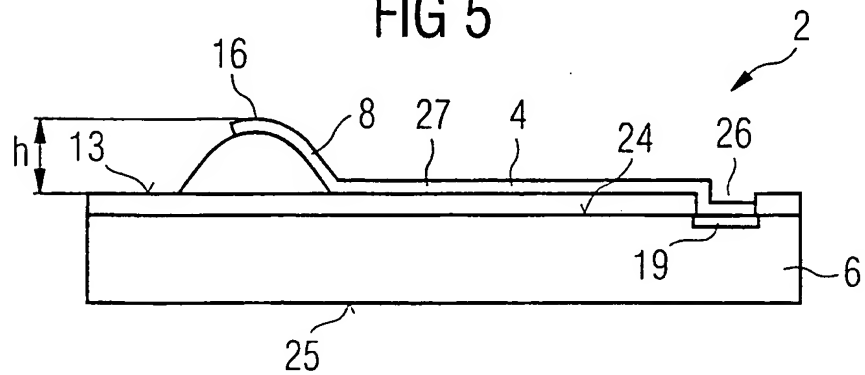
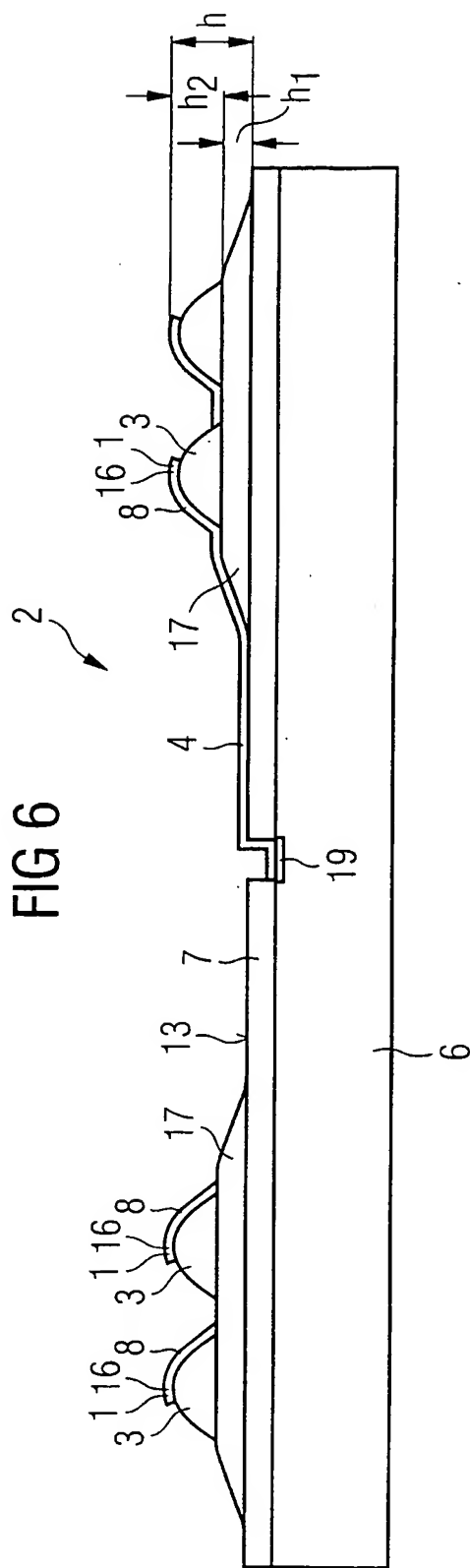


FIG 5





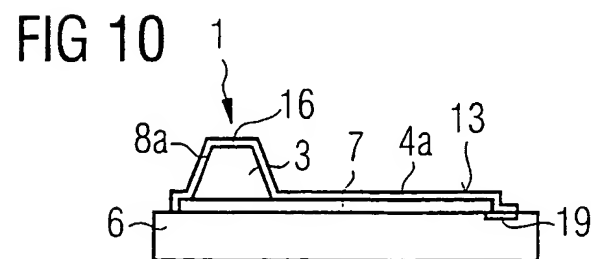
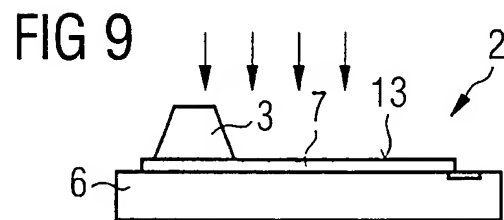
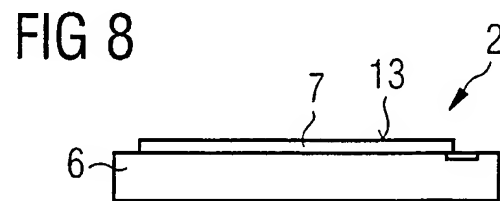
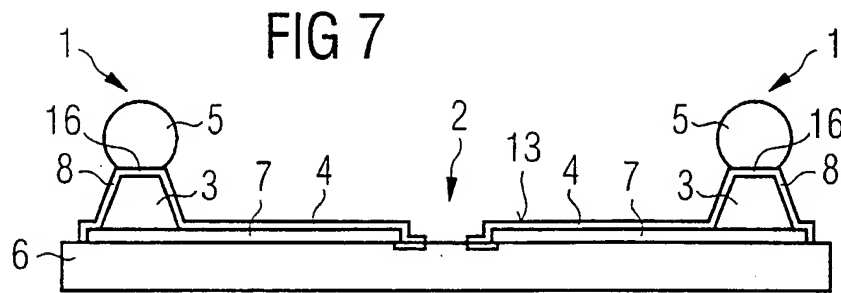


FIG 11

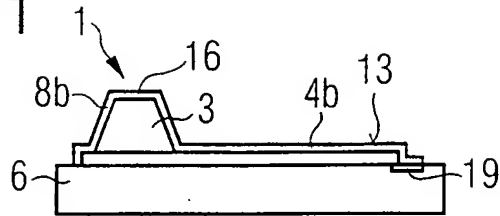


FIG 12

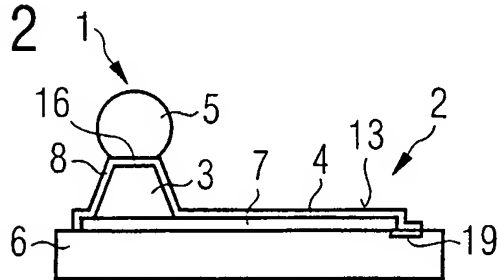


FIG 13

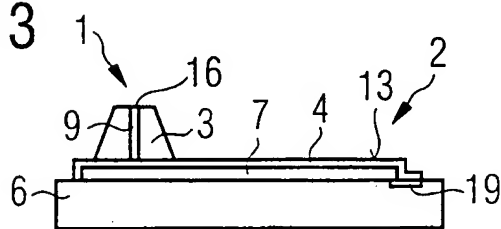
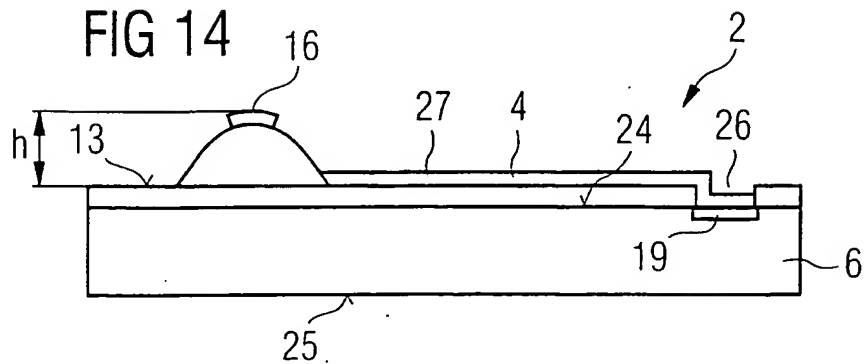


FIG 14



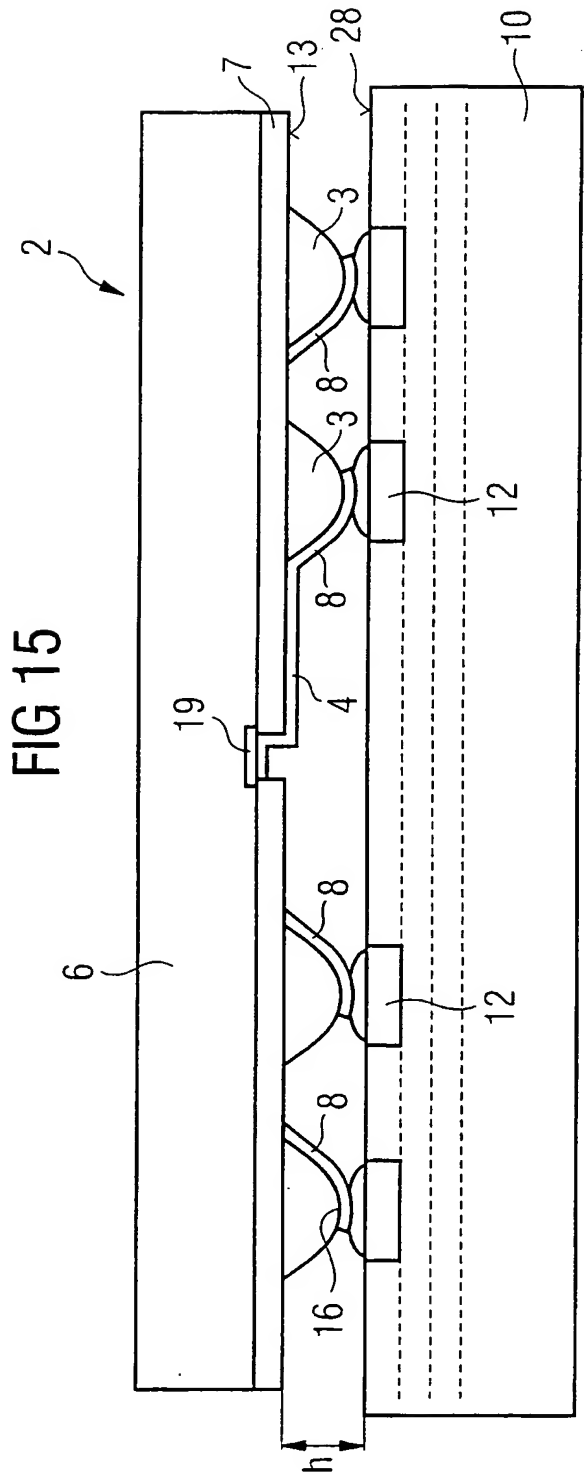


FIG 16

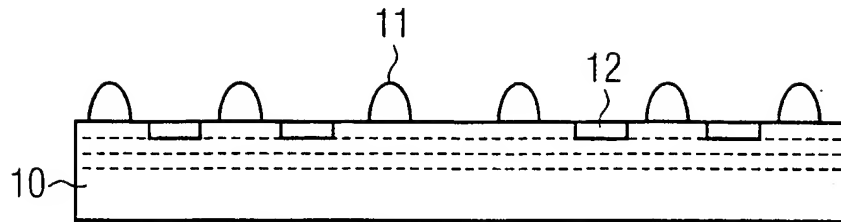


FIG 17

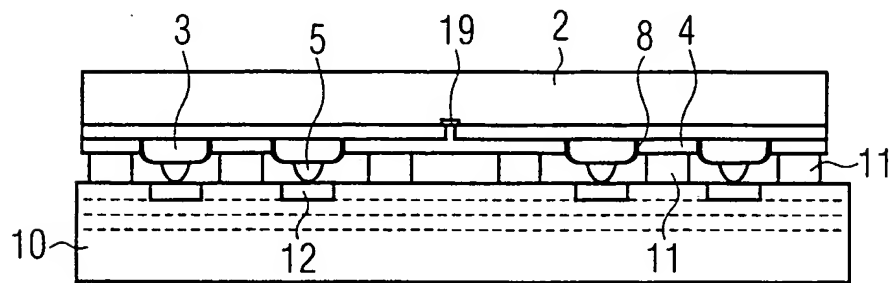


FIG 18

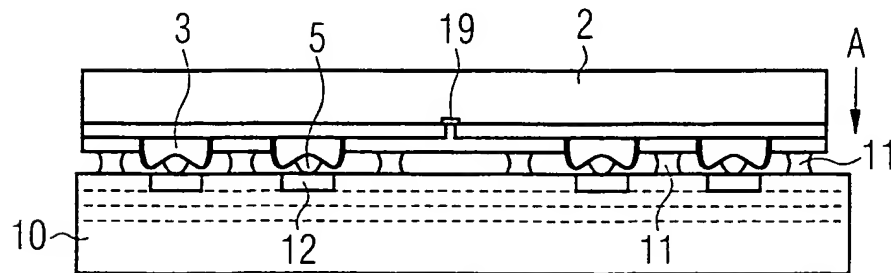


FIG 19

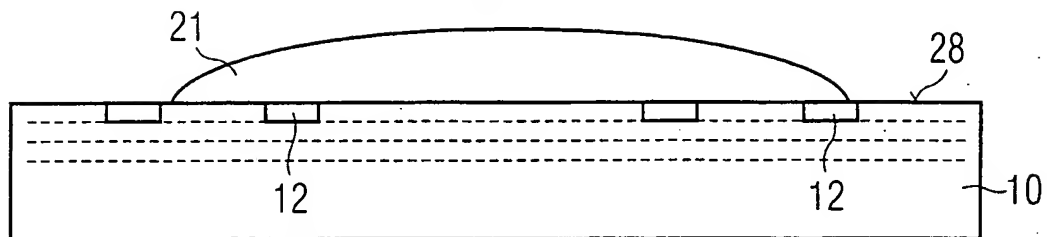


FIG 20

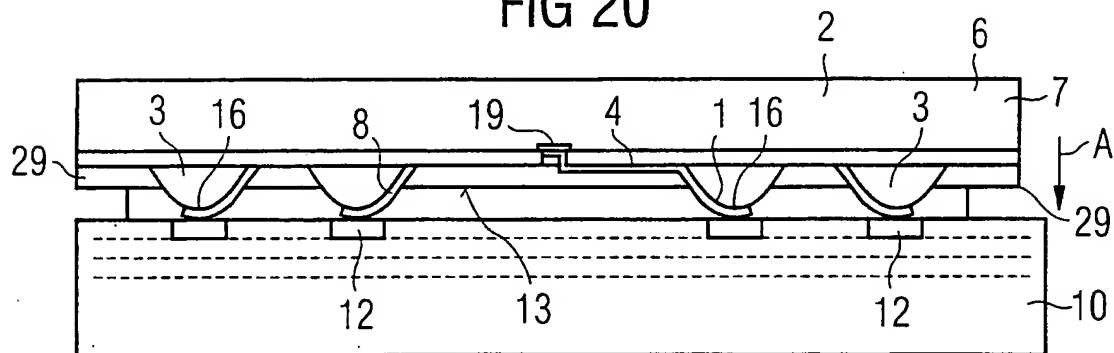


FIG 21

